Münster 1937 No 96 Med DiSS

Aus dem Pharmakologischen Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster / Westf.

Über die Wirkung des Arsens auf die Sauerstoffzehrung in überlebendem Gewebe.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster / Westf.

Vorgelegt von
Arnold Marcour, Zahnarzt
aus Osnabrück

1937

Gedruckt in der Buchdruckerei Franz Grube, Werne a. d. Lippe

Dekan: Professor Dr. K. W. Jötten

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann

Korreferent: Professor Dr. Lendle

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Meinen lieben Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547223_0050

Wie die Erfahrung lehrt, bedingen große Dosen von Arsenverbindungen bei Einwirkung auf den Gesamtorganismus eine Gewichtsabnahme, niedrige Dosen dagegen eine Gewichtszunahme. Verschiedene Dosen wirken also auf Assimilation und Dissimilation in verschiedenen Richtungen. Nach Kramàr wird durch eine Hemmung der oxydativen Abbauvorgänge eine Steigerung der aufbauenden Vorgänge und damit Stoffansatz bewirkt. Nach Beobachtungen von Buchner[2]) über die Fermentgiftwirkung werden die Hefegärung ebenso wie die Zellatmung und das Milchsäurebildungsvermögen der Gewebe durch arsenige Säure gehemmt. Versuche von Hori[3]), Szent Györgyi[4]) und Voegtlin[5]) an den verschiedensten Organen ergaben gleichfalls eine Hemmung des Sauerstoffverbrauchs durch arsenige Säure. Onaka[6]) fand eine Hemmung der 0_2-Zehrung von kernhaltigen roten Blutkörperchen bis zu Konzentrationen von 0,03%. Dresel[7]) zeigte, daß der Sauerstoffverbrauch im Rattengewebe schneller und stärker gehemmt wird als die Milchsäurebildung. Die Arsenwirkung wird von ihm mit der Blausäurewirkung verglichen. Von den genannten Autoren wurden Förderungen der Sauerstoffaufnahme nicht beschrieben.

Leifert[8]) sah nach Untersuchungen im hiesigen Institut die Ursache darin, daß diese Autoren mit verhältnismäßig hohen Arsenkonzentrationen ihre Versuche unternommen hatten. Er

---

[1]) Kramàr u. Tomcsik: Magyar orvosi Arch. 25, 61, 1924; zit. n. Heffters Handb. exp. Pharm. 3, 1, 491, Springer-Berlin 1927.

[2]) Buchner, H. u. M. Hahn: Die Cymasegärung, S. 184, Berlin u. München 1903.

[3]) Hori: Jap. I. med. Sci. Trans. IV. Pharmakol. 3, 97, 1929, zit. n. Ronas Ber. ü. d. ges. Physiol. 54, 116, 1930.

[4]) Szent Györgyi: A. Biochem. I. 24, 1723, 1930 zit. n. Ronas Ber. ü. d. ges. Physiol. 61, 204, 1931.

[5]) Voegtlin, C.: Public. Health Rep. 1930, I. zit. n. Ronas Ber. ü. d. ges. Physiol. 65, 536, 1932.

[6]) Onaka: Z. f. physiol. Chem. 70, 433, 1911.

[7]) Dresel: Biochem. Z. 178, 70, 1926.

[8]) Leifert: Inaugural-Dissertation, Münster 1933.

dehnte seine Versuchsreihen deshalb auf stärkere Verdünnungen aus. Die von ihm angewandten höheren Konzentrationen von Arsenit entsprechen etwa denen der Voruntersucher. Auch er fand dabei lediglich eine Hemmungswirkung. Bei zunehmender Verdünnung förderte Arsenit die 0_2-Zehrung. Seine stärksten Verdünnungen von $1 \cdot 10^{-9}$ führten wiederum zu einer Hemmung, so daß man bei ihm von einem dreiphasischen Verlauf der Oxydationsvorgänge sprechen kann. Auch Meyer[9]) konnte auf Grund seiner Versuche feststellen, daß Arsenverbindungen in hohen Konzentrationen die Hefegärung hemmten, daß in stärkeren Verdünnungen jedoch eine Steigerung der Gärung auftrat. Auch an Dehydrierungsvorgängen im Gewebe, die von Brackmann[10]) geprüft wurden, läßt sich ein Unterschied in der Wirkung von hohen und kleinen Konzentrationen feststellen. Ebenso wird nach Untersuchungen von Bisping[11]) der Kohlenhydratabbau im Gewebe je nach der Konzentration in verschiedener Richtung beeinflußt.

Der Einfluß des Arsens auf die Autolyse der Leber ist verschiedentlich untersucht worden. Kottmann und Schapiro[12]) fanden die Autolyse in der Leber eines vergifteten Kaninchens beschleunigt. Nach Hess und Saxl[13]) wird die Autolyse der Leber durch mittlere und höhere Konzentrationen von Arsenit gehemmt. Bei geringen Mengen (0,07—0,1 mg auf 10 g Substanz) tritt eine deutliche Beschleunigung auf. Untersuchungen von Schäfer und Boehm[14]), Hess und Saxl[15]) ergaben durch Arsenit keine merkliche Veränderung der Eiweißverdauung durch Pepsin und Trypsin. Jedoch beschränkten sich die Untersuchungen nur auf einige Konzentrationen. Küpper[16]) fand ebenfalls keine Veränderung der Eiweißverdauung durch Arsenit in therapeutischen Gaben, in hohen Konzentrationen jedoch hemmte das Arsenit den Abbau sämtlicher von ihm untersuchter Eiweisstoffe.

Nach Leifert's Versuchen steigert As in mittleren Konzentrationen die Oxydationsvorgänge im Gewebe. Bei weiterer Verdünnung geht die Oxydationssteigerung der Arsenverbindungen

---

[9]) Meyer, Heinz: ebenda 1935.
[10]) Brackmann: ebenda 1934.
[11]) Bisping: Inaugural-Dissertation, Münster 1934.
[12]) Kottmann u. Schapiro: Z. f. exp. Path. u. Pharm. 11, 355, 1912.
[13]) Heß und Saxl: Z. f. exp. Path. u. Pharm. 5, 89, 1908.
[14]) Schäfer u. Boehm: Vhdlg. d. Würzburger physiol. u. med. Ges. NF. 3, 3, 238, zit. n. Malys Jahresber. f. Tierchemie, 1873, 363.
[15]) Heß u. Saxl: l. c.
[16]) Küpper: Inaugural-Dissertation, Münster 1935.

verloren, und es tritt eine Hemmung der 0_2-Zehrung auf. Das sind aber die Konzentrationen, die sich bei therapeutischer Darreichung von Arsen unter der Annahme der gleichmäßigen Verteilung im Körper errechnen lassen. Hohe und kleine Arsengaben wirken auf den Sauerstoffverbrauch also in derselben Richtung ein. Die Einordnung des Arsens in die Gruppe der oxydationshemmenden Stoffe, wie sie von vielen Autoren vorgenommen wurde, beruhte auf der bekannten Hemmung der Oxydation durch so hohe Arsengaben, die mit dem Leben des Versuchstieres nicht vereinbar sind. Da die Stoffwechselwirkung von Arzneistoffen in hohem Grade von der Konzentration abhängig ist, können nur Untersuchungen an Verdünnungsreihen Auskunft über Giftwirkungen geben.

Da Leifert[17]) seine Untersuchungen nur bis zu einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-9}$ ausdehnte, ist es von Interesse, darüber hinaus den Sauerstoffverbrauch überlebender Gewebe durch arsenigsaure Salze bei stärkeren Verdünnungen zu untersuchen.

Außerdem gaben uns die vor uns im hiesigen Institut angestellten Versuche nur einen Einblick in den Zustand des Gewebes bei den bisher üblichen Durchschnittswerten von 45—60 Minuten Versuchsdauer. Es ist von großem Interesse, sich nicht auf die Bestimmung einzelner Oxydationswerte für einen bestimmten Zeitpunkt zu beschränken, sondern die Wirkung von Arsenit auf verschiedene Gewebe unter gleichbleibenden Bedingungen auf längere Zeit zu untersuchen. Druckrey[18]) kam nach seinen Versuchen zu der Folgerung, daß kleine Dosen von Chinin das Gewebe ebenso schädigen wie große und daß die anfängliche Stoffwechselsteigerung bei hohen Dosen ebenso vorhanden sei wie bei geringen. Nach seinen Beobachtungen gibt es keine „konträre" Wirkung kleinster Dosen, die in der Förderung der Lebensvorgänge besteht, sondern eine bei hohen Dosen vorübergehende und bei kleineren Dosen länger anhaltende Funktionssteigerung ist bereits das erste Zeichen der Schädigung. Jares[19]) untersuchte den Einfluß verschiedener Konzentrationen von Methylenblau (0,1; 0,01; 0,0001%) auf den 0_2-Verbrauch und fand, daß der Ablauf des Stoffwechsels anfangs gesteigert war. Aus den von Jares für drei Konzentrationen aufgestellten Kurven geht hervor, daß einer anfänglichen starken

---

[17]) Leifert: l. c.

[18]) Druckrey: Stoffwechsel des geschädigten Gewebes, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 180, 231, 1936.

[19]) Jares: Americ. J. Cancer 24, 80, 1935, zit. n. Arch. f. Path. u. Pharm. 180, 245, 1936.

Steigerung des Stoffwechselgeschehens bei den Konzentrationen 0,1 und 0,01% schon nach etwa 20 Minuten ein ebenso starker Abfall folgt, wobei die Dauer und vor allem die Höhe des Ausschlages von der Konzentration des Methylenblaues abhängig sind. Bei der höchsten Verdünnung von 0,0001% folgt einem geringen anfänglichen Anstieg ein kurzer und minimaler Abfall der Kurve, dem dann jedoch ein deutlicher und dauernder Anstieg folgt.

Methodik.

In den Versuchen der vorliegenden Arbeit wurde eine Reihe von Rinderorganen untersucht und zwar: Skelettmuskel, Herzmuskel, Leber und Hirngewebe. Verschiedene Gewebe wurden zur Untersuchung herangezogen, weil ihre Stoffwechselleistungen stark voneinander abweichen und die Wirkung von Giften sich in verschiedener Weise äußern kann. Im Muskel werden vor allem Kohlenhydrate verbrannt, in der Leber und im Hirngewebe vorzugsweise Phosphatide. Die Gewebe wurden frisch vom Schlachthaus bezogen und nach Entfernung von Fett, Fascien und Sehnen durch eine Fleischmaschine fein zerkleinert und so zu unseren Versuchen verwendet. Die Menge des untersuchten Gewebes betrug bei ausgewaschenem Skelettmuskel 0,3 g, bei Hirngewebe 1 g, bei allen anderen untersuchten Geweben 0,5 g. Die in den Tabellen angegebenen cmm 0_2 sind die von den in doppelter Ausführung angesetzten Versuchen aufgenommenen Sauerstoffwerte in Mittelwerten. Der 0_2-Verbrauch der Gewebe wurde mit der von Warburg angegebenen Apparatur bestimmt. Alle Versuche wurden bei einer Thermostatentemperatur von 30° C ausgeführt. Als Suspensionsflüssigkeit wurde Phosphatpuffer von der Wasserstoffzahl PH = 7,36, m/30 benutzt. Arsen wurde den Versuchen in Form von arsenigsaurem Natrium zugesetzt. Die Konzentrationen der Arsenverbindungen sind aus den Tabellen ersichtlich und beziehen sich auf den As-Gehalt.

Die Versuchsanordnung bei unseren Zeitversuchen war die gleiche wie in den anderen Versuchen mit dem Unterschied, daß wir den Einfluß von Arsenit auf dasselbe Gewebe über 4 Std. verfolgten, während dieser Zeit nach jeder halben Stunde die Oxydationswerte ablasen und dann die Manometer wieder auf den Normalpunkt einstellten. Für das Ablesen der Oxydationswerte und die Einstellung von je 7 Manometern auf den Normalpunkt benötigten wir etwa 1½ Minuten. Benutzt wurden die Konzentrationen von $1 \cdot 10^{-2}$ — $1 \cdot 10^{-7}$.

Um über die Beeinflussung der 0_2-Zehrung durch Gifte Aussagen machen zu können, ist es notwendig, die Fehlergrenze der Methode genau zu kennen. Bevor die eigentlichen Versuche mit As-Zusatz begonnen wurden, wurden Vorversuche angestellt, in denen an 14 Apparaten dieselben Versuche ohne Giftzusatz angesetzt wurden. Verwendet wurden Skelettmuskulatur, Herz, Lebergewebe und Hirngewebe. Die Versuchsergebnisse sind aus den Tabellen a—k ersichtlich. Aus den gefundenen 0_2-Werten in cmm pro ½ g u. Std. wurde die durchschnittliche 0_2-Zehrung errechnet. Ferner wurden die größte Abweichung vom Mittelwert, die durchschnittliche Abweichung vom Mittelwert, hieraus der mittlere Fehler und hieraus wiederum der wahrscheinliche Fehler berechnet. Die Fehlerberechnung wurde nach P ü t t e r [20]) durchgeführt. Der mittlere Fehler ist das 1,253 fache des durchschnittlichen Fehlers, der wahrscheinliche Fehler ⅔ des mittleren Fehlers.

In den eigentlichen Versuchen der Arbeit mit Zusatz von As wurden stets Doppelbestimmungen ausgeführt, um die Genauigkeit der Methode zu verbessern. So wurden denn auch bei der Fehlerberechnung einmal das Ergebnis der Einzelbestimmungen und der Doppelbestimmungen getrennt ausgewertet. Da die Normalzahlen für den Sauerstoffverbrauch bei Verwendung von Gewebe von verschiedenen Tieren nicht unerheblich schwanken, wurde die Fehlerberechnung auch in % der durchschnittlichen 0_2-Zehrung angegeben.

Die größte Abweichung vom Durchschnittswert beträgt in den Einzelbestimmungen 13,2%, in den Doppelbestimmungen 3,7%. Der durchschnittliche Fehler in den Einzelbestimmungen ist maximal 2,5%, in den Doppelbestimmungen 1,7%. Nehmen wir den ungünstigsten Fall für die größte Abweichung vom Mittelwert in unseren Versuchen mit 3,7% an, so dürften alle Werte, die außerhalb des dreifachen dieser größten Abweichung liegen, mit Sicherheit für eine Veränderung der 0_2-Zehrung sprechen. Ist die 0_2-Zehrung z. B. nach Arsenzusatz 115% der Kontrolle, dann dürfen wir annehmen, daß auch wirklich eine Oxydationssteigerung vorliegt.

Nachdem so durch diese Versuche die Genauigkeit der Methode ermittelt war, wurden die eigentlichen Versuche mit Zusatz der wechselnden Arsenkonzentrationen angestellt.

---

[20]) Pütter: Die Auswertung zahlenmäßiger Beobachtungen in der Biologie. Berlin u. Leipzig, Walter de Gruyter, 1929.

Tabelle a. Skelettmuskel (Rind)

89	88	90	92	93	92	89
87	92	88	90	94	89	86
176	180	178	182	187	181	175

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	90,0	100%	180	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+4 −4	4,5	+7 −5	3,9 2,8
Durchschnittlicher Fehler	2,0	2,2	3,0	1,66
Mittlerer Fehler	2,5	2,8	3,76	2,08
Wahrscheinlicher Fehler	1,67	1,9	2,51	1,40

Tabelle b. Skelettmuskel (Rind)

89	88	85	86	87	85	85
92	88	90	88	86	92	89
181	176	175	174	173	177	174

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	88	100%	176	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+4 −3	4,5 3,3	+5 −3	2,8 1,7
Durchschnittlicher Fehler	1,9	2,2	2,0	1,1
Mittlerer Fehler	2,38	2,7	2,51	1,4
Wahrscheinlicher Fehler	1,58	1,8	1,67	0,95

Tabelle c. Skelettmuskel (Rind)

87	86	88	86	87	85	90
90	84	86	84	90	87	87
177	170	174	170	177	172	177

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	87	100%	174	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+3 −3	3,4	+3 −4	1,7 2,3
Durchschnittlicher Fehler	1,5	1,7	2,7	1,5
Mittlerer Fehler	1,88	2,2	3,38	1,9
Wahrscheinlicher Fehler	1,25	1,4	2,25	1,3

Tabelle d. Gehirn (Rind)

97	108	106	111	109	111	108
106	105	111	104	106	108	110
203	213	217	215	215	219	218

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	107	100%	214	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+4 −10	3,7 0,9	+5 −11	2,2 5,0
Durchschnittlicher Fehler	2,7	2,5	3,7	1,7
Mittlerer Fehler	3,38	3,2	4,64	2,1
Wahrscheinlicher Fehler	2,25	2,1	3,10	1,4

Tabelle e. Leber (Rind)

107	107	103	109	106	107	104
104	106	105	101	100	103	103
211	213	208	210	206	210	207

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	104,5	100%	209	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+4,5 −4,5	4,3	+4 −3	1,9 1,4
Durchschnittlicher Fehler	2,1	2,0	2,0	1,0
Mittlerer Fehler	2,63	2,5	2,51	1,2
Wahrscheinlicher Fehler	1,75	1,7	1,67	0,8

Tabelle f. Herzmuskel (Rind)

234	236	234	238	235	234	239
232	234	238	238	230	230	228
466	470	472	476	465	464	467

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	234,5	100%	464	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+4,5 −6,5	1,9 2,8	+7 −5	1,5 1,1
Durchschnittlicher Fehler	2,4	1,0	3,0	0,64
Mittlerer Fehler	3,0	1,3	3,76	0,8
Wahrscheinlicher Fehler	2,0	0,85	2,51	0,53

Tabelle g. Gehirn (Rind)

95	111	109	110	113	108	108
106	109	112	108	109	110	113
211	220	221	218	222	218	221

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	109,5	100%	219	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+3,5 −14,5	2,8 13,2	+3 −8	1,4 3,7
Durchschnittlicher Fehler	2,57	2,3	2,57	1,2
Mittlerer Fehler	3,22	2,9	3,22	1,5
Wahrscheinlicher Fehler	2,15	2,0	2,15	1,0

Tabelle h. Herzmuskel (Rind)

228	226	229	226	224	230	228
224	222	217	231	232	230	228
452	448	446	457	456	460	456

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	227	100%	454	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+4 −10	1,8 4,4	+6 −8	1,3 1,8
Durchschnittlicher Fehler	3,07	1,4	4,14	0,9
Mittlerer Fehler	3,85	1,7	5,19	1,1
Wahrscheinlicher Fehler	2,57	1,1	3,46	0,74

Tabelle i. Herzmuskel (Rind)

226	222	224	226	220	228	225
221	222	217	225	228	225	226
447	444	441	451	448	453	451

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	224	100%	448	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+4 −7	1,8 3,1	+5 −7	1,1 1,6
Durchschnittlicher Fehler	2,5	1,1	3,29	0,7
Mittlerer Fehler	3,13	1,4	4,12	0,9
Wahrscheinlicher Fehler	2,09	0,93	2,75	0,6

Tabelle j. Skelettmuskel (Rind)

183	187	185	182	188	186	187
190	179	189	188	192	184	206
373	366	374	370	380	390	393

	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	189	100%	378	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+17 −10	0,9 0,5	+15 −12	4,0 3,2
Durchschnittlicher Fehler	4,43	2,3	3,29	0,9
Mittlerer Fehler	5,55	3,0	4,12	1,1
Wahrscheinlicher Fehler	3,70	2,0	2,75	0,7

Tabelle k. Lebergewebe (Rind)

1.10^{-14}	Kontrolle	1.10^{-14}	Kontrolle	1.10^{-14}	Kontrolle	1.10^{-14}
197	141	191	148	202	139	192
184	148	194	146	192	151	183
381	289	385	294	394	290	375

	1.10^{-14}			
	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	192	100%	384	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+10 −9	5,2 4,7	+10 −9	2,6 2,3
Durchschnittlicher Fehler	4,38	2,3	5,75	1,5
Mittlerer Fehler	5,49	2,9	7,20	1,9
Wahrscheinlicher Fehler	3,66	1,9	4,80	1,3

	Kontrollen			
	Einzelbestimmungen		Doppelbestimmungen	
Mittel	145,5	100%	291	100%
Größte Abweichung vom Mittel	+5,5 −6,5	3,8 4,5	+3 −2	1,0 0,7
Durchschnittlicher Fehler	3,66	2,5	2,0	0,7
Mittlerer Fehler	4,59	3,2	3,51	1,2
Wahrscheinlicher Fehler	3,06	2,1	2,34	0,8

Versuchsergebnisse.

Versuchsreihe I.

Die Versuche der Versuchsreihe I prüfen den Einfluß von Arsenit auf die 0_2-Zehrung zerkleinerter Muskulatur in den Konzentrationen von $1 \cdot 10^{-22}$ — $1 \cdot 10^{-2}$. Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefaßt. Untersucht wurde bei allen Versuchen Gewebe vom Rind.

Aus den Versuchen (Tabelle 1) geht hervor, daß in Uebereinstimmung mit den Versuchen L e i f e r t 's die höchsten Konzentrationen $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-3}$ eine Hemmung des Sauerstoffverbrauchs aufweisen. Ebenso zeigte die Konzentration $1 \cdot 10^{-6}$ eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs. Ueber $1 \cdot 10^{-7}$ hinaus ist eine deutliche Abnahme des Oxydationsvermögens zu erkennen, das bei einer Konzentration von $1 \cdot 10^{-9}$ ihren Tiefpunkt erreicht. Bis zu dieser Konzentration erstrecken sich die Versuche L e i f e r t 's und zeigen gleiche Ergebnisse wie die unserigen. Bei den Untersuchungen noch höherer Verdünnungen ergab sich nach einer anfänglichen Steigerung bei $1 \cdot 10^{-11}$ eine sich annähernd gleich bleibende geringfügige Hemmung bis zu einer Konzentration von $1 \cdot 10^{-18}$, deren Tiefpunkte bei $1 \cdot 10^{-9}$ und $1 \cdot 10^{-13}$ liegen. Eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs zeigen die Konzentrationen $1 \cdot 10^{-20}$ und $1 \cdot 10^{-21}$. Die niedrigste von uns untersuchte Konzentration $1 \cdot 10^{-22}$ zeigt keinen Einfluß auf die Oxydationsvorgänge des Muskels.

Da wir in den äußerst hohen Verdünnungen noch eine Steigerung der 0_2-Zehrung finden, muß man sich fragen, ob eine so geringe Menge von Arsen nach unseren naturwissenschaftlichen Erkenntnissen überhaupt eine Steigerung der Oxydation hervorrufen kann. Ein Grammolekül hat $0{,}6 \cdot 10^{24}$ Moleküle (Lochschmidt'sche Zahl). Arsen hat das Atomgewicht 81. Ein Molekül würde also in $\frac{81}{0{,}6 \cdot 10^{24}}$ = in 1,3 g der Verdünnung $1 \cdot 10^{-22}$ enthalten sein. Eine schon sichtbare Steigerung der 0_2-Zehrung zeigt die Konzentration $1 \cdot 10^{-21}$. Unser Versuchsansatz (5 ccm) enthält demnach 39 Moleküle Arsen. Bei der Herstellung der Verdünnungen wurde von uns äußerste Sorgfalt verwendet, um dem Vorwurfe, es handele sich in unseren Versuchen um sogenannte Pseudo-Hochpotenzen, zu entgehen. Die Verdünnungen wurden in der Weise hergestellt, daß jeweils mit einer durch Bichromat-Schwefelsäure gereinigten Pipette 5 ccm der Arsenstammlösung mit 45 ccm destilliertem Wasser zusammengebracht und 10 Minuten lang geschüttelt wurden. Von dieser Lösung

Tabelle 1. Skelettmuskel (Rind)

Versuchsanordnung	cmm pro g u. Std.		O_2 : % vom Kontrollversuch		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrollvers.	384	416	100	100	100
As 1.10^{-22}	390	410	102	98	100
„ 1.10^{-21}	427	450	111	108	109
„ 1.10^{-20}	454	476	118	114	116
„ 1.10^{-19}	365	438	95	105	100
„ 1.10^{-18}	360	400	94	96	95
„ 1.10^{-17}	344	378	90	91	91
Kontrollvers.	388	426	100	100	100
As 1.10^{-17}	365	398	94	93	94
„ 1.10^{-16}	400	434	103	102	102
„ 1.10^{-15}	374	409	96	96	96
„ 1.10^{-14}	364	385	94	90	92
„ 1.10^{-13}	347	379	90	89	90
„ 1.10^{-12}	372	404	96	95	96
Kontrollvers.	442	400	100	100	100
As 1.10^{-12}	425	384	96	96	96
„ 1.10^{-11}	483	453	109	113	111
„ 1.10^{-10}	460	421	104	105	104
„ 1.10^{-9}	408	367	92	92	92
„ 1.10^{-8}	427	389	97	97	97
„ 1.10^{-7}	448	417	101	104	102
Kontrollvers.	422	381	100	100	100
As 1.10^{-7}	441	393	105	103	104
„ 1.10^{-6}	472	451	112	118	115
„ 1.10^{-5}	446	400	106	105	106
„ 1.10^{-4}	400	363	95	95	95
„ 1.10^{-3}	371	328	88	86	87
„ 1.10^{-2}	371	328	88	86	87

Tabelle 2. Skelettmuskel (Rind) Zeitversuch

Versuchsanordnung	cmm O_2 pro 1 g u. ½ Std. — 3½ Std.						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrollversuch	194	199	205	186	156	124	81
As 1.10^{-7}	202	205	199	174	146	114	74
„ 1.10^{-6}	241	258	271	238	196	155	98
„ 1.10^{-5}	225	237	244	219	182	142	88
„ 1.10^{-4}	200	206	209	186	152	116	76
„ 1.10^{-3}	142	131	123	107	73	33	3
„ 1.10^{-2}	101	94	88	60	31	0	0

Versuchsanordnung a)	O_2 : % vom Kontrollversuch						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100	100
As 1.10^{-7}	104	103	97	94	93	92	91
„ 1.10^{-6}	124	130	132	128	126	125	121
„ 1.10^{-5}	116	119	119	118	117	115	109
„ 1.10^{-4}	103	104	102	100	97	94	94
„ 1.10^{-3}	73	66	60	58	47	27	4
„ 1.10^{-2}	52	47	43	32	20	0	0

Versuchsanordnung b)	O_2 : % vom Versuch der 1. halben Stunde						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrollversuch	100	103	106	96	80	64	42
As 1.10^{-7}	100	101	99	86	72	56	36
„ 1.10^{-6}	100	107	112	99	81	64	41
„ 1.10^{-5}	100	105	108	97	81	63	39
„ 1.10^{-4}	100	103	105	93	76	58	38
„ 1.10^{-3}	100	92	87	75	51	23	2
„ 1.10^{-2}	100	93	87	60	31	0	0

wurden in gleicher Weise 5 ccm mit 45 ccm destilliertem Wasser zusammengebracht und so fort. Vor jedem neuen Versuch wurden die Manometergefäße mit heißem Wasser ausgewaschen und dann, um restliches Arsen zu oxydieren, mit Bichromatschwefelsäure gefüllt und wiederum mehrere Male mit destilliertem Wasser ausgespült.

Tabelle 2 zeigt den Einfluß des Arsenits auf die 0_2-Atmung des Muskels für jede halbe Stunde bis 3½ Stunden.

Im Vergleich zu den in der Tabelle 1 festgelegten Oxydationswerten erhalten wir hier bei den hohen Konzentrationen $1 \cdot 10^{-2}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ eine noch größere Hemmung, bei den mittleren Konzentrationen $1 \cdot 10^{-5}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ eine stärkere Steigerung der 0_2-Zehrung (Tabelle 2 a). Der Optimalwert ($1 \cdot 10^{-6}$) zeigt bis zur dritten halben Stunde eine Zunahme der 0_2-Zehrung von 24% auf 32% über dem Kontrollversuch. In der 7. halben Stunde erreicht er annähernd den Wert der ersten halben Stunde. Dagegen erfahren die Oxydationswerte bei den hohen Konzentrationen eine von Anfang an zunehmende Hemmung, sodaß die 0_2-Zehrung in der 7. halben Stunde praktisch = Null ist.

Um den prozentualen Abfall gegenüber dem Kontrollversuch festzustellen, bezogen wir die Oxydationswerte jeder halben Stunde auf die erste halbe Stunde und setzten die gefundenen Werte dieser ersten halben Stunde = 100. In der Tabelle 2 b sehen wir bis zur 7. halben Stunde in den mittleren Konzentrationen einen annähernd gleichmäßigen Abfall gegenüber dem Kontrollversuch bezogen auf die erste halbe Stunde. Dagegen zeigen die hohen Konzentrationen einen bedeutend stärkeren prozentualen Abfall gegenüber den anderen Konzentrationen.

Versuchsreihe II.

In der Versuchsreihe II wurde der Einfluß von Arsenit auf die Bernsteinsäureoxydation verfolgt. Zu diesem Zwecke benutzten wir Skelettmuskel, dem durch dreimaliges Auswaschen mit der 40-fachen Menge destillierten Wassers von je 20 Minuten die Fähigkeit der Sauerstoffaufnahme genommen war. In einem so vorbehandeltem Gewebe sind die noch im Gewebe verbliebenen Fermente wegen Mangel an Brennmaterial nicht mehr wirksam. Diesem Skelettmuskel wurde Bernsteinsäure in Form von bernsteinsaurem Natrium in 3%iger Lösung zugesetzt, wodurch die Sauerstoffatmung durch Verbrennung der Bernsteinsäure reaktiviert wurde.

Tabelle 3. Ausgewaschener Muskel (Rind) Bernsteinsäurezusatz

Versuchsanordnung	cmm pro g u. 45 Min.		O_2: % vom Kontrollversuch		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrollvers.	420	423	100	100	100
As 1.10^{-22}	421	429	100	101	100
„ 1.10^{-21}	444	455	106	108	107
„ 1.10^{-20}	464	472	110	112	111
„ 1.10^{-19}	444	443	106	105	105
„ 1.10^{-18}	426	416	101	98	99
„ 1.10^{-17}	400	396	95	93	94
Kontrollvers.	414	434	100	100	100
As 1.10^{-17}	403	410	97	95	96
„ 1.10^{-16}	440	447	106	103	105
„ 1.10^{-15}	468	488	113	113	113
„ 1.10^{-14}	483	504	117	116	116
„ 1.10^{-13}	517	509	125	117	121
„ 1.10^{-12}	471	460	114	106	110
Kontrollvers.	415	418	100	100	100
As 1.10^{-12}	467	455	113	109	111
„ 1.10^{-11}	449	428	108	102	105
„ 1.10^{-10}	400	401	97	96	97
„ 1.10^{-9}	418	414	101	99	100
„ 1.10^{-8}	432	443	104	106	105
„ 1.10^{-7}	443	453	107	108	107
Kontrollvers.	428	422	100	100	100
As 1.10^{-7}	458	442	107	105	106
„ 1.10^{-6}	478	462	112	110	111
„ 1.10^{-5}	510	488	119	116	117
„ 1.10^{-4}	458	457	107	108	107
„ 1.10^{-3}	393	394	92	93	93
„ 1.10^{-2}	363	359	85	85	85

Tabelle 4. Ausgewaschener Muskel (Rind) Zeitversuche

Versuchsanordnung	cmm O_2 pro 0,6 g und ½ Std. bis 3½ Std.						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrollversuch	259	249	240	206	184	127	79
As 1.10^{-7}	253	244	238	211	180	125	75
„ 1.10^{-6}	304	298	292	267	234	159	99
„ 1.10^{-5}	311	296	284	253	221	151	92
„ 1.10^{-4}	252	245	235	212	186	126	78
„ 1.10^{-3}	239	224	213	179	164	99	60
„ 1.10^{-2}	196	190	182	149	122	72	42

Versuchsanordnung a)	O_2 : % vom Kontrollversuch						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100	100
As 1.10^{-7}	98	98	99	102	98	98	95
„ 1.10^{-6}	117	119	122	129	127	125	125
„ 1.10^{-5}	120	118	118	123	120	119	116
„ 1.10^{-4}	97	98	98	103	101	99	99
„ 1.10^{-3}	92	89	89	87	89	79	76
„ 1.10^{-2}	76	76	76	72	66	57	53

Versuchsanordnung b)	O_2 : % vom Versuch der 1. halben Stunde						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrollversuch	100	96	93	80	71	49	31
As 1.10^{-7}	100	96	94	83	71	49	30
„ 1.10^{-6}	100	98	96	88	77	52	33
„ 1.10^{-5}	100	95	91	81	71	49	30
„ 1.10^{-4}	100	97	93	84	74	50	31
„ 1.10^{-3}	100	94	89	75	68	41	25
„ 1.10^{-2}	100	97	93	76	62	37	21

Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, wirkt das Arsenit in den hohen Konzentrationen $1 \cdot 10^{-2}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ hemmend auf die Bernsteinsäureoxydation. In den Konzentrationen von $1 \cdot 10^{-4}$ — $1 \cdot 10^{-8}$ zeigen die Versuche einheitlich eine Steigerung mit einem Höchstwert bei $1 \cdot 10^{-5}$. Während die Konzentrationen $1 \cdot 10^{-9}$ und $1 \cdot 10^{-10}$ ohne Einwirkung auf die Sauerstoffaufnahme blieben, wird die Bernsteinsäureoxydation durch die Konzentrationen von $1 \cdot 10^{-11}$ — $1 \cdot 10^{-16}$ gesteigert. Die maximale Förderungswirkung liegt mit 21% über dem Kontrollversuch bei $1 \cdot 10^{-13}$. Die Konzentrationen $1 \cdot 10^{-17}$ und $1 \cdot 10^{-18}$ zeigen keine oder eine geringe Hemmung, die Konzentration $1 \cdot 10^{-20}$ zeigt dagegen noch eine geringe Steigerung.

Aus der Tabelle 4 ist der Einfluß von Arsenit auf die Bernsteinsäureoxydation für jede halbe Stunde bis 3½ Stunden zu ersehen. Während wir in der ersten halben Stunde den Maximalwert der 0_2-Zehrung bei der Konzentration $1 \cdot 10^{-5}$ erhalten, wirkt in der zweiten halben Stunde die Konzentration $1 \cdot 10^{-6}$ ebenso stark fördernd auf die Oxydation (Tabelle 4 a). In der dritten und den folgenden halben Stunden liegt der Höchstpunkt klar bei der Konzentration $1 \cdot 10^{-6}$. Diese Konzentration zeigt also von der ersten bis zur vierten halben Stunde eine zunehmende Steigerung von 17% auf 29% über dem Kontrollversuch und hält in der 7. halben Stunde noch einen Optimalwert von 25% über dem Kontrollversuch. Die Konzentrationen $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ und $1 \cdot 10^{-7}$ zeigen keinen Abfall ihrer Prozentzahlen, bei den höchsten Konzentrationen dagegen sinken sie stetig herab.

Tabelle 4 b zeigt, daß der Abfall der 0_2-Zehrung gegenüber dem Kontrollversuch, bezogen auf die erste halbe Stunde, in den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-4}$ — $1 \cdot 10^{-7}$ gleich bleibt, der Abfall der hohen Konzentrationen jedoch stark zunimmt.

Versuchsreihe III.

Die Versuchsreihe III zeigt den Einfluß des Arsenits auf die Sauerstoffatmung des Herzmuskels.

Die Einwirkung der verschiedenen Konzentrationen von Arsenit auf die 0_2-Zehrung des Herzmuskelgewebes zeigt eine Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Versuche über die Bernsteinsäureoxydation (Tabelle 3). Auch hier finden wir bei den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-9}$ und $1 \cdot 10^{-17}$ eine Hemmung der Oxydation, der eine Steigerung bei $1 \cdot 10^{-5}$ und $1 \cdot 10^{-13}$ gegenübersteht. Nur die Steigerung von 20% über dem Kontrollver-

Tabelle 5. Herzmuskel (Rind)

Versuchsanordnung	cmm pro g u. Std.		O_2: % vom Kontrollversuch		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrollvers.	469	440	100	100	100
As 1.10^{-22}	464	449	99	102	100
„ 1.10^{-21}	564	529	120	120	120
„ 1.10^{-20}	497	508	106	115	110
„ 1.10^{-19}	484	461	103	105	104
„ 1.10^{-18}	463	427	99	97	98
„ 1.10^{-17}	441	408	94	93	94
Kontrollvers.	438	423	100	100	100
As 1.10^{-17}	410	400	93	93	93
„ 1.10^{-16}	449	425	102	100	101
„ 1.10^{-15}	475	464	108	109	109
„ 1.10^{-14}	485	479	111	113	112
„ 1.10^{-13}	511	509	117	120	118
„ 1.10^{-12}	487	478	111	113	112
Kontrollvers.	363	384	100	100	100
As 1.10^{-12}	410	433	113	113	113
„ 1.10^{-11}	377	407	104	106	105
„ 1.10^{-10}	337	373	93	97	95
„ 1.10^{-9}	295	307	81	80	81
„ 1.10^{-8}	328	360	90	94	92
„ 1.10^{-7}	384	387	106	101	103
Kontrollvers.	380	400	100	100	100
As 1.10^{-7}	403	415	106	104	105
„ 1.10^{-6}	447	452	118	113	116
„ 1.10^{-5}	496	500	131	125	128
„ 1.10^{-4}	413	445	109	111	110
„ 1.10^{-3}	360	379	95	95	95
„ 1.10^{-2}	339	343	89	86	88

Tabelle 6. Herz (Rind) Zeitversuche

Versuchsanordnung	cmm O_2 pro 1 g und ½ Std. bis 4 Stunden							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kontrollversuch	307	297	279	245	224	204	189	167
As 1.10^{-7}	288	305	283	248	223	203	189	163
„ 1.10^{-6}	318	317	314	283	276	238	214	187
„ 1.10^{-5}	345	351	349	315	294	261	239	209
„ 1.10^{-4}	281	278	273	230	208	195	181	152
„ 1.10^{-3}	192	189	161	125	96	72	48	38
„ 1.10^{-2}	139	126	84	45	27	20	13	0
a)	O_2 : % vom Kontrollversuch							
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100	100	100
As 1.10^{-7}	94	103	101	101	100	100	100	98
„ 1.10^{-6}	104	107	113	116	123	117	113	112
„ 1.10^{-5}	112	115	125	129	131	128	126	125
„ 1.10^{-4}	92	94	98	94	93	96	96	91
„ 1.10^{-3}	63	64	58	51	43	35	25	23
„ 1.10^{-2}	45	43	30	18	12	10	7	0
b)	O_2 : % vom Versuch der 1. halben Stunde							
Kontrollversuch	100	97	91	80	73	66	62	58
As 1.10^{-7}	100	106	98	86	78	71	66	57
„ 1.10^{-6}	100	100	99	89	87	75	67	59
„ 1.10^{-5}	100	102	101	92	85	76	69	61
„ 1.10^{-4}	100	99	97	82	74	69	64	54
„ 1.10^{-3}	100	99	84	65	50	38	25	20
„ 1.10^{-2}	100	91	60	32	19	14	9	0

such bei der Konzentration $1 \cdot 10^{-21}$ finden wir bei keiner anderen Versuchsreihe.

In der Tabelle 6 der Versuchsreihe III sind die Ergebnisse der Einwirkung von Arsenit auf die 0_2-Zehrung im Herzmuskel für jede halbe Stunde bis zu 4 Stunden festgelegt. Auch hier finden wir deutliche Aehnlichkeit mit den Versuchsergebnissen

der Bernsteinsäureoxydation (Tabelle 4). Hier jedoch haben wir in den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-5}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ einen Anstieg der Oxydationswerte bis zur 5. halben Stunde (Tabelle 6 a). Die Steigerung hält bis zur 8. halben Stunde an. Die hohen Konzentrationen zeigen wiederum hohe Hemmungswerte der 0_2-Atmung.

Tabelle 6 b zeigt bei den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-5}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ einen geringen Abfall gegenüber dem arsenitfreien Kontrollversuch bezogen auf die erste halbe Stunde, während die Konzentrationen $1 \cdot 10^{-2}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ von der zweiten halben Stunde an einen starken Abfall zeigen.

Versuchsreihe IV.

Im folgenden wurde der Einfluß von Arsenit auf die Atmungsgröße von Lebergewebe untersucht.

Die Versuchsergebnisse sind aus der Tabelle 7 zu ersehen. Ebenso wie bei den anderen untersuchten Gewebsarten finden wir auch bei Leber eine starke Hemmung der 0_2-Zehrung bei den höchsten Konzentrationen, der eine Steigerung bei $1 \cdot 10^{-4}$ — $1 \cdot 10^{-6}$ folgt. Nach einer geringen Hemmung in den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-8}$ und $1 \cdot 10^{-9}$ folgt ein langsamer Anstieg der 0_2-Atmung bis zum Optimalwert bei einer Konzentration $1 \cdot 10^{-14}$, der mit 40% über dem Kontrollversuch den Höchstwert aller unserer Versuche darstellt. Die Konzentration $1 \cdot 10^{-20}$ zeigt eine leichte Steigerung der Oxydation.

Bei den Zeitversuchen mit Lebergewebe zeigt die Einwirkung des Arsenits folgendes Bild (Tabelle 8): Während der Optimalwert der 0_2-Zehrung in der ersten halben Stunde bei der Konzentration $1 \cdot 10^{-5}$ liegt, finden wir ihn in der zweiten halben Stunde bei der Konzentration $1 \cdot 10^{-6}$ (Tabelle 8 a). Ebenso zeigt die Konzentration $1 \cdot 10^{-4}$ in der zweiten halben Stunde eine erhebliche Steigerung des Oxydationswertes. Diese Konzentrationen bewirken auch in der 8. halben Stunde eine starke Steigerung der Oxydationswirkung gegenüber der ersten halben Stunde. Die Konzentration $1 \cdot 10^{-6}$ zeigt sogar in der 8. halben Stunde noch eine Steigerung der 0_2-Zehrung von 40% über dem Kontrollversuch gegenüber einer Steigerung von 19% in der ersten halben Stunde. Die hohen Konzentrationen $1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-2}$ rufen im Gegensatz zu den anderen Versuchsreihen keinen Abfall der Oxydationswerte hervor.

Tabelle 8 b zeigt einen annähernd gleichen Abfall der Werte gegenüber dem Kontrollversuch bezogen auf die erste halbe Stunde.

Tabelle 7. Leber, Rind

Versuchsanordnung	cmm pro g u. Std.		O_2 : % vom Kontrollversuch		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrollvers.	380	292	100	100	100
As 1.10^{-22}	394	289	104	99	102
„ 1.10^{-21}	426	302	112	103	107
„ 1.10^{-20}	421	318	111	109	110
„ 1.10^{-19}	382	310	100	106	103
„ 1.10^{-18}	369	296	97	101	99
„ 1.10^{-17}	412	340	108	116	112
Kontrollvers.	364	272	100	100	100
As 1.10^{-17}	404	334	111	123	117
„ 1.10^{-16}	426	340	117	125	121
„ 1.10^{-15}	436	368	120	135	128
„ 1.10^{-14}	459	412	126	151	140
„ 1.10^{-13}	455	356	125	131	128
„ 1.10^{-12}	424	326	117	120	119
Kontrollvers.	373	296	100	100	100
As 1.10^{-12}	427	351	115	119	117
„ 1.10^{-11}	392	338	105	114	109
„ 1.10^{-10}	362	316	97	107	102
„ 1.10^{-9}	328	280	88	95	92
„ 1.10^{-8}	350	256	94	86	90
„ 1.10^{-7}	370	298	99	101	100
Kontrollvers.	349	310	100	100	100
As 1.10^{-7}	359	318	103	102	102
„ 1.10^{-6}	393	379	113	122	118
„ 1.10^{-5}	417	409	120	132	126
„ 1.10^{-4}	363	368	104	119	111
„ 1.10^{-3}	316	298	91	96	94
„ 1.10^{-2}	282	280	81	90	86

Tabelle 8. Leber (Rind) Zeitversuch

Versuchsanordnung	cmm O_2 pro g und ½ Std. bis 4 Stunden							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kontrollversuch	227	117	92	75	74	68	62	58
As 1.10^{-7}	218	113	83	67	66	60	54	48
„ 1.10^{-6}	270	171	128	106	105	95	86	81
„ 1.10^{-5}	279	162	112	94	93	87	78	74
„ 1.10^{-4}	268	157	108	88	90	86	77	71
„ 1.10^{-3}	199	103	79	62	68	66	59	53
„ 1.10^{-2}	152	95	77	61	62	48	43	36
a)	O_2 : % vom Kontrollversuch							
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100	100	100
As 1.10^{-7}	96	97	91	90	89	88	87	83
„ 1.10^{-6}	119	146	141	141	142	140	139	140
„ 1.10^{-5}	123	138	123	125	126	128	126	128
„ 1.10^{-4}	118	134	119	118	122	126	124	123
„ 1.10^{-3}	88	88	87	83	92	97	95	91
„ 1.10^{-2}	67	81	85	81	82	71	69	62
b)	O_2 : % vom Versuch der 1. halben Stunde							
Kontrollversuch	100	52	40	33	33	30	27	25
As 1.10-7	100	52	38	31	30	28	25	22
„ 1.10-6	100	63	48	39	39	35	32	30
„ 1.10-5	100	58	40	34	33	31	28	27
„ 1.10-4	100	59	40	33	34	32	29	26
„ 1.10-3	100	52	40	31	34	33	30	27
„ 1.10-2	100	62	51	40	41	32	28	24

Versuchsreihe V.

Versuchsreihe V zeigt das Verhalten der 0_2-Zehrung im Hirngewebe bei Arsenitzusatz.

Wie bei den anderen untersuchten Geweben finden wir auch hier bei den höchsten Konzentrationen $1{\cdot}10^{-2}$ und $1{\cdot}10^{-3}$ eine Hemmung der Oxydation, die bis zur Konzentration von $1{\cdot}10^{-5}$ in eine Steigerung übergeht, der wieder eine Hemmungsperiode

Tabelle 9. Gehirn, Rind

Versuchsanordnung	cmm pro g u. Std.		O_2: % vom Kontrollversuch		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrollvers.	339	361	100	100	100
As 1.10^{-22}	340	357	100	99	100
„ 1.10^{-21}	344	367	102	101	102
„ 1.10^{-20}	336	362	99	100	100
„ 1.10^{-19}	330	361	98	100	99
„ 1.10^{-18}	336	357	99	99	99
„ 1.10^{-17}	346	367	102	102	102
Kontrollvers.	304	343	100	100	100
As 1.10^{-17}	315	353	104	103	104
„ 1.10^{-16}	328	363	108	106	107
„ 1.10^{-15}	337	380	111	111	111
„ 1.10^{-14}	349	391	115	114	115
„ 1.10^{-13}	362	393	119	114	117
„ 1.10^{-12}	320	357	105	104	105
Kontrollvers.	301	352	100	100	100
As 1.10^{-12}	322	373	107	106	107
„ 1.10^{-11}	282	344	94	98	96
„ 1.10^{-10}	273	320	91	91	91
„ 1.10^{-9}	237	294	79	83	81
„ 1.10^{-8}	254	297	84	84	84
„ 1.10^{-7}	286	326	95	93	94
Kontrollvers.	283	322	100	100	100
As 1.10^{-7}	265	288	94	90	92
„ 1.10^{-6}	292	343	103	107	105
„ 1.10^{-5}	314	372	111	116	114
„ 1.10^{-4}	278	337	98	104	101
„ 1.10^{-3}	257	295	91	92	92
„ 1.10^{-2}	238	280	84	87	86

Tabelle 10. Gehirn (Rind)

Versuchsanordnung	cmm O_2 pro 2 g und ½ Stunde bis 4 Stunden							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kontrollversuch	144	134	123	113	125	118	110	103
As 1.10^{-7}	139	128	117	104	119	113	106	97
„ 1.10^{-6}	149	136	123	115	129	122	114	105
„ 1.10^{-5}	165	149	133	125	140	133	126	115
„ 1.10^{-4}	144	128	114	107	120	116	108	100
„ 1.10^{-3}	122	106	85	60	59	56	49	42
„ 1.10^{-2}	101	70	64	53	58	42	34	30
a)	O_2 : % vom Kontrollversuch							
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100	100	100
As 1.10^{-7}	97	96	95	92	95	96	96	94
„ 1.10^{-6}	103	101	100	102	103	103	103	102
„ 1.10^{-5}	115	111	108	111	112	113	115	112
„ 1.10^{-4}	100	96	93	95	96	98	98	97
„ 1.10^{-3}	85	79	69	53	47	47	45	41
„ 1.10^{-2}	70	52	52	47	46	36	31	29
b)	O_2 : % vom Versuch der 1. halben Stunde							
Kontrollversuch	100	93	85	78	87	82	76	72
As 1.10^{-7}	100	92	84	75	86	81	76	70
„ 1.10^{-6}	100	91	83	77	87	82	76	70
„ 1.10^{-5}	100	90	81	76	85	81	76	70
„ 1.10^{-4}	100	89	79	74	84	81	75	70
„ 1.10^{-3}	100	83	70	49	48	46	39	34
„ 1.10^{-2}	100	69	63	53	57	42	34	30

bis zur Konzentration $1{\cdot}10^{-11}$ folgt (Tabelle 9). Bei den Konzentrationen $1{\cdot}10^{-12}$ — $1{\cdot}10^{-16}$ finden wir nochmals eine Steigerung der Oxydationswirkung. Dieser nur geringen Steigerung folgt ein Indifferenzpunkt, der von den Konzentrationen $1{\cdot}10^{-17}$ — $1{\cdot}10^{-22}$ reicht und deutliche Abweichung von dem Verhalten der anderen untersuchten Gewebsarten gegenüber den gleichen Konzentra-

tionen zeigt. Das hat seinen Grund darin, daß die sauerstoffverbrauchenden Vorgänge je nach der Gewebsart verschieden sind. Denn der Gehalt an Fermenten und Nährstoffen weicht in den einzelnen Organen stark voneinander ab.

Der Einfluß von Arsenit auf 0_2-Zehrung des Hirngewebes auf Zeit untersucht, lieferte die in der Tabelle 10 dargestellten Werte.

Verglichen mit den Werten der ersten halben Stunde zeigt die Tabelle 10 a einen geringen Abfall auch in den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-4}$ und $1 \cdot 10^{-6}$, dem bei der Konzentration $1 \cdot 10^{-5}$ ein Anstieg der 0_2-Zehrung bis zur 7. halben Stunde gegenübersteht. Bis zur dritten halben Stunde beobachten wir allerdings auch in dieser Konzentration ein Sinken des Oxydationswertes von 15% auf 8% gegenüber dem Kontrollversuch. Von der 4. halben Stunde an entwickelt sich eine allmähliche Steigerung der 0_2-Zehrung bis zur 7. halben Stunde.

Aus der Tabelle 10 b geht hervor, daß die Konzentrationen $1 \cdot 10^{-4}$ — $1 \cdot 10^{-7}$ einen gleichmäßigen Abfall gegenüber dem Kontrollversuch bezogen auf die erste halbe Stunde aufweisen. Die hohen Konzentrationen zeigen wiederum einen starken Abfall gegenüber dem Kontrollversuch.

Zusammenfassung.

In vorliegender Arbeit wurde der Einfluß des Arsens auf die 0_2-Zehrung im überlebenden Gewebe in den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-22}$ — $1 \cdot 10^{-2}$ geprüft. Wie die Tabellen zeigen, bewirkt Arsenit schon in hohen Verdünnungen eine geringe Steigerung in den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-14}$ — $1 \cdot 10^{-12}$ und $1 \cdot 10^{-5}$ bzw. $1 \cdot 10^{-6}$. Hemmungen der 0_2-Zehrung zeigen die Konzentrationen $1 \cdot 10^{-17}$, $1 \cdot 10^{-9}$ und die Höchstkonzentration $1 \cdot 10^{-2}$. Die Wirkungskurve des Arsenits zeigt einen wellenförmigen Verlauf, indem bei allen Geweben außer Hirngewebe drei Maxima auftreten. Und zwar liegen diese Höchstpunkte beim Skelettmuskelgewebe bei den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-6}$, $1 \cdot 10^{-11}$ und $1 \cdot 10^{-20}$, beim Herzmuskelgewebe bei $1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-13}$ und $1 \cdot 10^{-21}$. Beim Lebergewebe, das von allen untersuchten Geweben die größte Steigerung der 0_2-Zehrung durch Arsenit mit 40% über dem Kontrollversuch hervorrief, liegen die Höchstwerte bei den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-14}$ und $1 \cdot 10^{-20}$. Nur zwei Maxima dagegen treten im Hirngewebe auf und zwar in den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-5}$ und $1 \cdot 10^{-13}$. Die 0_2-Aufnahme von Hirngewebe zeigt durch die Verdünnungen $1 \cdot 10^{-17}$ — $1 \cdot 10^{-22}$ keinerlei Veränderung. Die Arndt-Schulz'sche Regel, die besagt, daß hohe Konzentrationen eine Hemmung des Stoffwechsels, hohe Verdünnungen eine Förderung bedingen, hat nach unseren Versuchsregebnissen nur bedingte Gültigkeit, da wir auch in starken und stärksten Verdünnungen Hemmungen der 0_2-Aufnahme erhielten.

Unsere Zeitversuche, in denen wir die Wirkung des Arsenits auf die 0_2-Zehrung einunddesselben Gewebes unter gleichbleibenden Bedingungen bis zu 4 Std. verfolgten, erbrachten nur in den höchsten Konzentrationen eine Bestätigung für Druckrey's Annahme, daß eine Stoffwechselsteigerung bereits das erste Zeichen einer Schädigung sei. In den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-5}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ besteht bei allen Versuchen eine Steigerung, die bis zur 8. halben Stunde ohne jegliche Tendenz zum Abfall anhält, während die hohen Konzentrationen gleich den Versuchsergebnissen Druckrey's schon von der ersten halben Stunde an stetigen Abfall zeigen.

Übersichtstabelle.

O_2-Verbrauch: % der Kontrolle

Konzentration	Muskel	Muskel: Bernsteinsäure	Herz	Leber	Hirn
1.10^{-22}	100	100	100	102	100
1.10^{-21}	109	107	120	107	102
1.10^{-20}	116	111	110	110	100
1.10^{-19}	100	105	104	103	98
1.10^{-18}	95	99	98	99	99
1.10^{-17}	93	95	94	119	103
1.10^{-16}	102	105	101	121	107
1.10^{-15}	96	113	109	128	111
1.10^{-14}	92	116	112	140	114
1.10^{-13}	90	121	118	128	117
1.10^{-12}	96	111	113	118	106
1.10^{-11}	111	105	105	109	96
1.10^{-10}	104	97	95	102	91
1.10^{-9}	92	100	81	92	81
1.10^{-8}	97	105	92	90	84
1.10^{-7}	103	107	104	103	93
1.10^{-6}	115	111	116	118	105
1.10^{-5}	106	117	127	126	114
1.10^{-4}	95	107	110	111	101
1.10^{-3}	87	93	95	94	92
1.10^{-2}	67	85	88	86	86

Lebenslauf.

Als Sohn des Werkmeisters Peter Marcour, Osnabrück, wurde ich am 7. Februar 1908 in Osnabrück geboren. Ostern 1914 kam ich zur Bürger-Mittelschule meines Heimatortes, die ich nach 4 Jahren verließ, um das Gymnasium Carolinum zu Osnabrück zu besuchen. Ostern 1928 wurde mir auf dieser Anstalt das Zeugnis der Reife ausgehändigt. Nach einem anfänglichen Studium der Philologie an der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität zu Bonn, begann ich an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W. mit dem Studium der Zahnheilkunde. Die zahnärztliche Vorprüfung bestand ich am 28. Juli 1934, das zahnmedizinische Staatsexamen am 10. November 1936.